

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THÈSE

36
N°

POUR LE

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ
DE PARIS

(Mention Médecine)

PAR

Eugène REWITCH

Né le 6 Août 1909, à Jalgava (Lettonie)

LES GAZ DE COMBAT

Historique et Protection

VUS PAR LE MÉDECIN

Président : M. L. TANON, Professeur

LIBRAIRIE L. RODSTEIN

17, Rue Cujas - PARIS (5^e)

1935



Digitized by the Internet Archive
in 2026

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ
DE PARIS

(Mention Médecine)

PAR

Eugène REWITCH

Né le 6 Août 1909, à Jalgava (Lettonie)

LES GAZ DE COMBAT

Historique et Protection

VUS PAR LE MÉDECIN

Président : M. L. TANON, Professeur

LIBRAIRIE L. RODSTEIN

17, Rue Cujas - PARIS (5°)

1935

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	Robert DEBRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie médicale et générale	BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice VILLARET.
Clinique médicale	LOEPEL.
	CARNOT.
	CLERC.
Hygiène et clinique de la première enfance	Marcel LABBE.
Clinique des maladies des enfants	LEREBOULLET.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	NOBECOURT.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	H. CLAUDE.
Clinique des maladies du système nerveux	GOUGEROT.
Clinique des maladies infectieuses	GUILLAIN.
	LEMIERRE.
Clinique chirurgicale	CUNEO.
	GOSSET.
	GREGOIRE.
Clinique ophtalmologique	LENORMANT.
Clinique urologique	TERRIEN.
	MARION.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	N...
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Clinique de la Tuberculose	BEZANÇON.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.
	MOCQUOT.



II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.

BENARD (Henri) ..	Pathologie médicale.
BERNARD Etienne .	Pathologie médicale.
BOULIN	Pathologie médicale.
BULLIARD	Histologie.
CATHALA	Pathologie médicale.
CHEVALLIER	Pathologie médicale.
DOGNON	Physique.
FEY	Urologie.
GALLIARD	Parasitologie.
GASTINEL	Bactériologie.
DE GAUDART D'ALLAINES.	Pathologie chirurgicale.
GAYET	Physiologie.
GIROUD	Histologie.
HAGUENAU	Pathologie médicale.
HALPHEN	Oto-rhino-laryngologie.
HAZARD	Pharmacologie.
HUGUENIN	Anatomie pathologique.
JOANNON	Hygiène.
LABBE (Henri)	Chimie biologique.
LACOMME	Obstétrique.

MM.

LANTUEJOUL	Obstétrique.
LAROCHE (Guy)	Pathologie médicale.
LEMAIRE	Pathologie expérimentale.
LEVEUF	Pathologie chirurgicale.
Mlle J. LEVY	Pharmacologie.
LEVY-VALENSI	Neurologie et Psychiatrie.
MOREAU	Pathologie médicale.
MOULONGUET	Pathologie chirurgicale.
MOUQUIN	Pathologie médicale.
OBERLING	Anatomie pathologique.
PETIT-DUTAILLIS...	Pathologie chirurgicale.
PIEDELIEVRE	Médecine légale.
PORTES	Obstétrique.
RICHET	Physiologie.
SANNIE	Chimie biologique.
SENEQUE	Pathologie chirurgicale.
TROISIER	Pathologie expérimentale.
TURPIN	Pathologie médicale.
VIGNES	Obstétrique.
WILMOTH	Pathologie chirurgicale.
J. BEZANÇON	Hydrologie.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

ALGLAVE	Pathologie chirurgicale.
BUSQUET	Pharmacologie.
CHAILLEY-BERT ,	Physiologie.

MM.

LEROUX	Anatomie pathologique.
NEVEU-LEMAIRE.	Parasitologie.

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent.

MM.		MM.	
ABRAMI	Clinique médicale.	BASSET	Clinique chirurgicale.
ALAJOUANINE ...		BROCQ	
AUBERTIN		CADENAT	
BRULE		GATELLIER	
CHABROL		HEITZ-BOYER	
CHIRAY		MOURE	
DONZELOT		QUENU	
DUVOIR		SCHWARTZ	
LIAN		VELTER	
PASTEUR - VALLE- RY - RADOT			
SEZARY			
MM.			
ECALLE	Clinique obstétricale.		
GUENIOT			
LE LORIER			
LEVY-SOLAL			
METZGER			

V. — CHARGES DE COURS

MM.		
CHAILLEY-BERT, agrégé		Education physique.
LEDoux-LEBARD		Radiologie clinique.
WEIL-HALLE		Puériculture.
FREY		Stomatologie.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE, A MA MERE

Faible témoignage de reconnaissance
filiale.

A MA SŒUR

A MES FRERES

A LA MÉMOIRE
DE MADEMOISELLE GERDA GELBART

A MADEMOISELLE LUCIENNE MAUNIER

Qui collabora à ce travail. Témoignage
d'amitié et de gratitude.

A MES AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON

Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Paris

*Inspecteur général des Services d'Hygiène
à la Préfecture de Police*

*Conseiller Technique sanitaire
du Ministère de la Santé Publique*

Officier de la Légion d'Honneur

Qui m'a fait le grand honneur d'accepter
la Présidence de cette Thèse.
Qu'il veuille trouver ici l'expression de
ma respectueuse gratitude.

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX DE PARIS

INTRODUCTION

La guerre des gaz, connue depuis la plus haute antiquité, occupe une place prépondérante dans la technique militaire moderne. Ayant pour objectif de paralyser les grandes villes et les centres industriels, elle efface la limite entre le front et l'arrière. De là découle l'importance que chaque pays attache à la défense anti-aérienne de la population civile. Les « gaz » suscitent à juste raison un intérêt très vif chez le public. Les uns, et c'est la majorité, croient qu'il n'y a rien à faire contre les « gaz », les autres au contraire demeurent dans un optimisme démesuré en croyant avoir résolu tout le problème de la défense par une simple application des masques anti-gaz. Le problème est en vérité très complexe. Sa solution nécessite les efforts conjugués des techniciens militaires, des ingénieurs, des chimistes, et enfin des médecins et des hygiénistes. Nous ne nous occuperons ici que du côté du problème intéressant le médecin et l'hygiéniste. Nous passerons volontairement sous silence le côté clinique et thérapeutique qui n'entre qu'indirectement dans le sujet. Nous ne parlerons que de la prophylaxie des gaz de guerre exactement comme nous parlerions de la pro-

phylaxie de la fièvre typhoïde, de la tuberculose ou d'autres fléaux de l'humanité, parmi lesquels nous plaçons les gaz de combat. Nous diviserons le sujet en deux parties. La première partie sera consacrée à l'histoire des gaz de combat, la deuxième partie à la défense proprement dite et à l'évolution des moyens de défense depuis la guerre mondiale.

HISTORIQUE

Les gaz de combat sont employés depuis la plus haute antiquité et ce n'est qu'au ^{xix}^e siècle qu'ils tombent dans l'ombre grâce au développement considérable des armes à feu et des asphyxies que déterminait le dégagement d'oxyde de carbone par la combustion des poudres noires. Les gaz employés dans l'antiquité et au moyen âge furent surtout des fumées de soufre, de poix et ensuite d'arsenic. Ce n'est que pendant la guerre mondiale que les combinaisons organiques complexes sont mises au point comme moyen de combat.

Voici quelques données historiques :

Nous savons que déjà en l'an 424 avant Jésus-Christ le général de l'armée béotienne Pagondas se sert des fumées de soufre, de poix et de charbon qu'il fait chasser sur la ville assiégée, grâce au jeu d'un grand soufflet. En l'an 428 avant Jésus-Christ, le roi de Lacédémone, Archidamos, fait brûler du soufre et de la poix. Les fumées sont emportées par le vent vers le camp ennemi. Le Romain Quintus Sertorius se sert des cendres produisant une fumée très irritante. En 1275, Hassan Abramah, écrivain militaire arabe, indique l'emploi

des vapeurs toxiques, obtenues par la combustion d'une pâte arsenicale. En 1575, l'Autrichien Veit Wuff von Senfftenberg préconise contre les Turcs des bombes chargées d'arsenic. En 1591, Brechtel conseille l'emploi des bombes fumigènes à base d'arsenic, de mercure, d'orpiment, de jusquiame et d'aconit. En 1604, Fioraventi de Bologne décrit une huile fétide à base de térébenthine, de soufre et d'asa fétida.

Le philosophe Leibnitz annonce, en 1670, dans *Réflexions sur l'organisation militaire allemande*, le futur emploi d'un pot puant, dont les fumées triompheront des ennemis les mieux retranchés. En 1675 est signée entre les Français et les Allemands la convention de Strasbourg interdisant l'emploi des bombes empoisonnées. En 1726, Flemming, écrivain militaire allemand, parle encore des bombes à base d'arsenic, d'orpiment, de plomb avec adjonction des plantes toxiques.

Au XIX^e siècle, les Allemands refusent de se servir des bombes chargées de vératrine au cours de la guerre franco-prussienne. La guerre des gaz est dans l'ombre. Cependant, la convention de la Haye, en 1899, prohibe l'emploi des gaz toxiques, ce qui n'empêche pas leur réapparition pendant la guerre mondiale. Le 27 octobre 1914, les Allemands lancent 3.000 « Ni-Grenades », chargées de chlorosulfate de dianisidine, et, en janvier 1915, les obus 12 T chargés de bromure de xylyle, et les « B-Minen » chargés de mélange des bromacétones. Ces engins sont peu efficaces.

Enfin, le 22 avril 1915, les Allemands lancent 180 tonnes de chlore sur le front français d'Ypres. Cette date

peut être considérée comme le début d'une nouvelle époque dans la technique de la guerre moderne. L'attaque d'Ypres ne dure que 6-8 minutes, mais elle laisse 15.000 intoxiqués, dont 5.000 succombent (33 %).

En 1917, l'armée allemande introduit l'ypérite et les arsines. En 1918 est mis au point la lewisite, mais la guerre est terminée avant qu'on ait l'occasion de s'en servir. En tout la guerre intoxique par les gaz 500.000 personnes dans les armées françaises, anglaises et américaines. Rien qu'en 1918, 30-40 % de pertes sont causées par les gaz. En Angleterre, sur 180.983 gazés, 6.062 succombent (3,3 %).

Qu'en pouvons-nous conclure? Nous concluons que pendant la guerre mondiale, l'arme chimique fut une arme redoutable, mais sans qu'elle entraînaît inévitablement la mort chez tous les sujets atteints et qu'enfin les moyens de défense furent efficaces dans une certaine mesure, car le nombre de morts tomba de 33 % à Ypres, où il n'y eut aucun moyen de protection à 10 % dans les batailles ultérieures, malgré l'emploi de gaz plus perfectionnés.

PROTECTION

La protection contre les gaz de combat comprend selon nous :

A) *La défense active :*

Strictement réservée aux techniciens militaires.

B) *La défense passive :*

a) *Mesures administratives.*

b) *Protection individuelle :* Masques, vêtements protecteurs et pommades protectrices contre l'ypérite, protection de l'enfant et du nourrisson.

c) *Protection collective :* Détection, abris, protection familiale, protection d'eau et d'aliments, désinfection, organisation sanitaire.

Nous ne nous occuperons ici que de la protection individuelle et de la protection collective en abordant le côté médical du problème.

PROTECTION INDIVIDUELLE

MASQUES FILTRANTS

Tous les gaz de combat à quelque groupe qu'ils appartiennent s'attaquent aux voies respiratoires supérieures (ypérite) ou inférieures (phosgène). Il est donc compréhensible que le premier mouvement fut de protéger l'appareil respiratoire. Les premiers moyens de protection ne sont que de simples tampons imprégnés d'hyposulfite de soude que l'on applique devant la bouche et les narines. La solution est alcalinisée par l'addition de carbonate de soude. Ces tampons sont plus ou moins suffisants pour la protection contre le chlore. Mais après l'apparition du phosgène et d'acide cyanhydrique, on se met à la recherche des moyens de fixation de ces produits. On s'adresse aux tampons imprégnés d'ammoniaque, de soude ou de potasse, et enfin à des amines primaires et des phénates alcalins. Tous ces produits ont l'inconvénient de réagir lentement avec le phosgène et de plus l'ammoniaque est lui-même toxique.

A la fin de la guerre, les Allemands s'adressent aux filtres imprégnés d'urotropine qui dégage l'ammoniaque en présence des vapeurs d'eau. L'apparition des lacrymogènes conduit le professeur Lebeau à doubler la gaze hyposulfitee d'une gaze imprégnée de ricinate de soude et d'huile de ricin. Ce sont les tampons T2. La France en fabrique une quantité de 4.500.000 en l'espace de neuf mois (août 1915-avril 1916). L'hyposulfite neutralise le chlore, tandis que l'huile de ricin dissout les lacrymogènes (benzoate de benzyle). L'apparition de nouveaux gaz rend insuffisants les tampons P².

Ainsi en février 1916 apparaissent les premiers masques, les masques M² qui servent jusqu'à la fin de la guerre. Le M² comprend un masque recouvrant le visage, des lunettes et un appareil filtrant. L'appareil filtrant est constitué de deux tampons, dont l'un est imprégné de l'huile de ricin et du ricinate de soude pour fixer les lacrymogènes, et l'autre d'un mélange de carbonate de nickel (pour fixer l'acide cyanhydrique), d'urotropine et de sulfanilate de soude (pour fixer le chlore et le phosgène).

Etant donné que les réactions de la neutralisation chimique des gaz ne sont pas suffisamment rapides, on s'adresse au pouvoir absorbant du charbon. Ainsi en novembre 1917, la France met en circulation les masques A. R. S. basés sur le principe d'absorption par le charbon et de neutralisation chimique. L'A. R. S. est constitué d'un masque, des lunettes et d'une cartouche filtrante. La cartouche contient un mélange d'oxyde de zinc, de charbon de bois glycérimé et de chaux sodée

pour arrêter le chlore et les substances acides, et un tampon urotropiné contre le phosgène.

Mais l'apparition des obus « croix-bleue », en 1918, nécessite un dispositif spécial contre les fumées d'arsines. L'adjonction d'un tampon de coton dans la cartouche restant insuffisant, le problème n'est pas résolu avant l'armistice. Néanmoins, à la fin de la guerre, l'A. R. S. assure une protection trois fois supérieure à celle de M². Remarquons cependant que l'emploi des arsines n'a pas le temps d'être largement appliqué.

Les tampons P2, les masques M2 et l'A. R. S. ont leur aboutissement logique dans le système des masques filtrants actuels. Le système filtrant de ces masques est donc basé sur la combinaison des principes des anciens tampons neutralisant les gaz par des réactions chimiques et du pouvoir absorbant du charbon. A ces deux principes, on adjoint un filtre qui serait capable d'arrêter les poussières d'arsines. Actuellement, le dispositif anti-arsines comprend du coton-pâte, de la bourre de laine (masque R. S. C.) ou du papier alpha disposé en accordéon (masque Poelman-Schneider).

Pour protéger contre l'oxyde de carbone qui se dégage en grande quantité au cours des explosions d'obus (1 kg. de poudre B dégage 300 litres de Co). M. le professeur Desgrez réalisa le système filtrant à hopcalite. L'hopcalite est un catalyseur (bi-oxyde de manganèse et oxyde de cuivre, de cobalt et d'argent) qui fixe l'oxygène sur l'oxyde de carbone en présence des vapeurs d'eau; la plupart des masques actuels sont dépourvus du dispositif anti-oxyde de carbone.

EFFICACITÉ DES MASQUES FILTRANTS CONSIDÉRATIONS PHYSIOLOGIQUES

Il est clair qu'on ne peut se servir d'un masque filtrant que dans une atmosphère contenant une teneur d'oxygène capable d'assurer la respiration. Cette teneur doit dépasser 16 %. Quels sont donc les facteurs influant sur l'efficacité d'un masque filtrant dans une atmosphère propre à la respiration?

Ces facteurs sont de deux ordres : facteurs extrinsèques et facteurs intrinsèques.

A) *Facteurs extrinsèques* : 1° Les produits utilisés comme gaz de combat sont d'autant plus absorbés qu'ils sont moins volatils; 2° que leur concentration dans l'atmosphère est plus faible; 3° que la température ambiante est plus basse; 4° que la vitesse de passage à travers le filtre est plus lente (très important).

La présence de brouillard dans l'atmosphère a un côté positif et un côté négatif, car l'humidité est favorable à la décomposition du phosgène, mais, d'autre part, les gouttelettes de vapeur d'eau couvrent les pores du filtre et diminuent ainsi sa perméabilité (colmotage).

B) *Facteurs intrinsèques* : Ce sont des facteurs dépendant directement du masque et du porteur. Etant donné que les deux ordres de facteurs se confondent, nous ne les étudierons pas séparément. Commençons par

l'étude du pouvoir absorbant du charbon. Il dépend de l'état de son système de capillaires et de sa masse. Le système de capillaires est modifié par l'évacuation des substances organiques qui y sont incluses. Cela s'obtient soit par le procédé chimique (trempage du charbon dans la solution d'un sel métallique), soit par le procédé physique (action d'un gaz neutre, de l'oxygène ou de la vapeur d'eau). On appelle un charbon ainsi traité, charbon actif, car son pouvoir absorbant est plus grand.

Pour une masse donnée du charbon, l'efficacité est proportionnelle à la hauteur. Donc, il serait logique d'augmenter la hauteur du filtre aux dépens de sa surface. Mais des facteurs physiologiques dépendant du porteur du masque interviennent et contrebalancent les phénomènes physico-chimiques. Que se passe-t-il?

Ici il nous faut parler de la résistance respiratoire, ou dépression, de l'espace nuisible et des phénomènes physiologiques qui en résultent. Le système filtrant se comporte en effet comme une résistance que l'on introduit brusquement dans le cycle respiratoire et qui demande une dépense supplémentaire d'énergie aux muscles respiratoires (Hederer et Istin). Cette résistance est égale à la différence de pressions à l'entrée et à la sortie de l'air du filtre (dépression) évaluée en millimètres d'eau; elle est directement proportionnelle à la hauteur du filtre, en raison inverse de sa section et augmente avec la vitesse de l'air inspiré. Quels sont les inconvénients d'une dépression élevée?

Les muscles respiratoires s'adaptent au nouveau régime en augmentant l'amplitude des contractions, mais en diminuant leur vitesse; et ce nouvel état physiologique entraîne la fatigue. Elle élève la vitesse maxima de l'air inspiré qui diminue l'efficacité du filtre et augmente la résistance respiratoire; ainsi se crée un cercle vicieux.

La fatigue entraînera le rythme de Sheyne-Stokes remplacé par la respiration superficielle au moment de la décompensation des centres respiratoires.

Le seuil de la fatigue dépend encore de trois autres facteurs : 1° entraînement; 2° quantité de travail dépensé par le porteur du masque, et 3° espace nuisible.

Le seuil de la fatigue est plus élevé chez des sujets entraînés au port du masque, car ils apprennent à diminuer la vitesse maxima de l'air inspiré.

Le travail évalué en kilogramomètres agit sur la vitesse du passage de l'air inspiré plus par la fréquence des mouvements musculaires que par le poids à transporter. Dans les conditions de combat, c'est presque toujours le premier facteur qui intervient.

La vitesse respiratoire sera donc augmentée, considérablement, et pourrait entraîner selon Hederer et Istin une dépression de 80-100 mm. d'eau (le seuil de fatigue est habituellement à 50 mm. d'eau) au moment de la fuite.

Il nous reste à étudier l'espace nuisible ou l'espace mort, limité par le visage, le masque et le système filtrant. L'espace nuisible physiologique du masque est

inférieur à son espace nuisible géométrique, car les courants d'air inspiratoire et expiratoire ne le balayaient pas complètement.

On tâche d'accroître cette tendance par des dispositifs divers : 1° en adaptant le plus parfaitement possible le masque au visage; 2° en séparant par une cloison les orifices respiratoires des yeux, ce qui est réalisé dans les appareils Draeger; 3° en adoptant des soupapes expiratoires. La plupart des masques actuels ont un espace nuisible physiologique de 100-150 cm³, ce qui n'apporte pas une gêne considérable à la respiration.

L'analyse de l'air d'un espace nuisible d'un masque après l'expiration donne, selon Dautrebande, les résultats suivants : acide carbonique 5 % au lieu de 0,003 %, oxygène 15,5 % au lieu de 21 %. La même analyse après l'inspiration suivante montre 2,5 % de Co² et 18,30 % d'O. Le sujet absorbera donc une partie de Co² de l'espace mort et respirera tout le temps dans une atmosphère confinée. Quelles en sont les conséquences?

Voici ce que nous montre l'expérience suivante. On fait respirer le sujet dans un espace nuisible fixe (1) réalisé par un tube en verre de 250 cm³.

A un moment, l'amplitude respiratoire augmente à cause de l'accumulation de Co² dans les alvéoles pul-

(1) Dans l'espace nuisible fixe, par opposition à l'espace nuisible mobile d'un masque, l'espace géométrique est égal à l'espace physiologique.

monaires. Cette augmentation entraîne la surventilation et les alvéoles sont débarrassées de l'excès de Co_2 , ce qui amène en son tour la diminution de l'amplitude respiratoire. Ainsi est réalisé le rythme de Scheyne-Stokes. Enfin la respiration devient superficielle; cela est dû à la décompensation du centre respiratoire. Si on inhale de l'oxygène dans l'espace nuisible, le rythme de Scheyne-Stokes disparaît, car le seuil d'excitation par l'acide carbonique s'élève, mais à un certain moment il réapparaît de nouveau. C'est le Scheyne-Stokes de la fatigue.

Nous avons donc vu que le masque filtrant déjà à lui seul modifie la respiration normale, provoque la fatigue et qu'un entraînement est nécessaire pour utiliser au maximum son pouvoir protecteur.

Le professeur Dautrebande dit au sujet du pouvoir protecteur du masque dans son livre *Les Gaz toxiques*: « Si le masque est efficace, il augmente trop la résistance, s'il ne crée pas de gêne trop grande à l'aspiration, il est partiellement inefficace. » Nous croyons que ce n'est vrai qu'en partie, car les filtres actuels, où la somme des résistances du dispositif antiarsines et du charbon est inférieure à la résistance du charbon seul des anciens masques, ne sont pas pour cela moins efficaces. Les masques filtrants actuellement en cours en France ont une dépression qui ne dépasse pas 5 mm. d'eau à un débit de 900 l/h, comme par exemple le masque Poelman-Schneider, le masque R. S. C., la cartouche Fernez. Le masque Draeger réalise une dépression de 23 mm. d'eau à 1.800 l/h.

D'après le professeur Dautrebande, dans un exercice modéré qui dépense un travail de 500 kilogramomètres, la vitesse maxima de l'air inspiré peut atteindre 7.000 l./h., et dans un exercice violent de 1.000 kilogramomètres, la vitesse maxima atteindrait 10.000 l./h. Etant donné que le débit maximum d'un sujet robuste atteint 3 litres 500 par seconde, nous croyons, au moins théoriquement, que ce débit peut atteindre 12.000 l./h.

Il serait donc intéressant de vérifier les résistances à ces débits. Il est probable que les gaz et les poussières d'arsines traverseront les filtres à de tels débits.

A un débit constant de 900 l./h., la dépression ne semble pas augmenter exagérément avec le temps. Par exemple dans le masque Poelman-Schneider, dont la dépression est de 4 mm. 5 à 900 l./h., elle n'augmente que de 1 mm. 6 au bout de trois heures dans une atmosphère chargée d'arsines à une concentration de 0,50 par m³, ce qui dépasse de beaucoup les concentrations susceptibles de provoquer des troubles (2).

Mais même à une résistance faible, la fatigue apparaîtra au bout d'un certain temps. En parlant de la durée de protection d'un masque, il ne faut donc pas négliger les considérations physiologiques.

Le masque Poelman-Schneider protégerait pendant 20 heures dans une atmosphère toxique. Mais le sujet

(2) Le diphenylarsinochloramine (adamsite) provoque des troubles au bout d'une minute à la concentration de 0,9 m.m.g. par m³, le chlorure de diphenylarsine (Clark 1) — à 1 — 2 m.m.g. par m³.

supporterait-il le masque pendant 20 heures, si petite que soit la dépression? Il est vrai que pendant la guerre une compagnie d'infanterie a pu, au cours d'exercices variés, garder le masque pendant 36 heures, mais il s'agissait ici de sujets fortement entraînés. De même, nous apprenons que tout récemment en U. R. S. S. un groupe de 20 personnes, hommes et femmes, effectuèrent une marche de 1.200 km. sans quitter le masque antigaz (pendant la marche bien entendu, car le parcours dura 25 jours).

Les enfants, les vieillards, les sujets à respiration déficiente ne supporteront pas le masque au moins pendant un temps suffisamment long. Et si l'agresseur se sert du colmotage, c'est-à-dire du procédé paralysant le filtre, qui consiste à ajouter dans la bombe à gaz un dispositif pulvérisant un brouillard de fines gouttelettes d'huile de lin, les pores seront obstrués et le sujet « n'aura que le choix entre l'asphyxie dans le masque on l'inhalation du gaz toxique ». (G. Fischer : *le Cours Médical*, 3 novembre 1935.)

En conclusion, nous pouvons dire que, malgré les avantages des masques filtrants, il ne faut pas oublier les inconvénients : efficacité douteuse à débits élevés, colmotage, inefficacité contre les vésicants qui s'attaquent à la peau, apparition de la fatigue, et enfin ils ne servent que dans une atmosphère à teneur normale d'oxygène.

Nous nous élevons donc contre ceux qui proclament que le masque « ne sert à rien », comme nous élevons de même contre ceux qui prétendent qu'avec un

masque filtrant le public n'a pas à craindre le péril aéro-chimique.

MASQUES ISOLANTS

Nous ne dirons que quelques mots des masques isolants, car étant de maniement difficile, de poids élevé et d'efficacité peu durable, ils n'auront qu'une utilisation réduite dans l'armée et chez les civils (3).

Leur grand avantage sur les masques filtrants est qu'ils isolent complètement le sujet du milieu ambiant, en lui fournissant l'oxygène nécessaire. Ainsi le sujet pourra-t-il respirer dans n'importe quelle atmosphère et n'aura pas à craindre de nouveaux gaz inconnus, susceptibles de traverser le filtre ou d'appauvrir l'air en oxygène.

L'oxygène de l'appareil est fourni soit par des bouteilles à oxygène soit par des substances chimiques suroxygénées, facilement décomposables : oxylythe (peroxydes métalliques alcalins) ou chlorate de potasse.

L'acide carbonique sera expiré à l'air libre dans les appareils à circuit ouvert, ou fixé par des alcalis, dans les appareils à circuit fermé, et le sujet inspirera de l'air épuré. Quels sont au point de vue physiologique les inconvénients de ces appareils?

La réaction productrice de l'oxygène dégage une forte quantité de chaleur et, d'autre part, les poussières

(3) Appareil Draeger, 15-16 kg., durée d'efficacité: 2 heures. Appareil Fenzy, 11 kg. 8, durée d'efficacité: 1 h. 30.

des peroxydes dans les appareils à oxylithe, susceptibles d'être entraînées dans le circuit respiratoire, peuvent engendrer la soude, très corrosive. Comme dans les appareils filtrants, il y a à prendre en considération la dépression et l'espace nuisible. Nous avons vu que pour les masques filtrants l'espace nuisible ne doit pas dépasser 150-200 cm³. Mais l'espace mort atteint parfois 2.000 cm³ dans les masques ou les cagoules de certains appareils à régénération (P^r Dautrebande).

VÊTEMENTS PROTECTEURS

L'apparition des vésicants posa un autre problème: comment protéger le corps contre ces gaz?

On eut recours à des vêtements spéciaux protégeant toute la surface de la peau. Le caoutchouc étant perméable à l'ypérite, ces vêtements sont en tissus huilés; il est nécessaire qu'ils soient étanches même aux gaz légers, qu'ils ne gênent pas les mouvements du sujet, ne provoquent pas de sudation pénible et enfin qu'ils soient faciles à désinfecter et d'un prix modique.

Les vêtements protecteurs actuellement en cours ne semblent pas répondre à toutes ces exigences.

POMMADES PROTECTRICES

PROPHYLAXIE ET TRAITEMENT PRÉVENTIF

Pratiquement, les vêtements protecteurs ne pourront être distribués qu'aux sujets chargés de la désinfection après l'attaque. Pour la population, on a fabri-

qué de différentes pommades qui protégeraient la peau grâce à l'action oxydante et dissolvante vis-à-vis de l'ypérite des produits incorporés dans un excipient imperméable à ce gaz.

En Allemagne, des spécialités, telles que Glykylol, Körper Schutzsalbe, Gelbolin (à base de chlorure de chaux et d'huile de lin), sont mises en vente. En France, on s'en tient à la pommade Desgrez, à base de vaseline et de chlorure de chaux. D'après Hederer et Istin, toutes ces pommades retarderaient l'absorption de l'ypérite, mais n'assureraient qu'une protection temporaire et limitée.

La peau ayant été au contact de l'ypérite pourrait être désinfectée avant que les lésions apparaissent, à condition d'agir dans les 10-15 minutes. Au bout d'une demi-heure, toute intervention perd son effet prophylactique, car voici ce qui se passe : l'ypérite déposée sur la couche cornée est fixée par les sécrétions glandulaires; une partie s'évapore.

Toute vésication peut être évitée, si, dans les deux à trois premières minutes, on lave à l'alcool et au savon l'endroit contaminé. Etant très lyposoluble, l'ypérite pénètre par les canaux glandulaires et les interstices cellulaires dans la couche vasculaire où elle s'hydrolyse. Il est compréhensible qu'à ce stade le savonnage et le lavage à l'alcool n'ont aucun effet préventif.

Les Américains préconisent une huile de pétrole correspondant aux produits vendus dans le commerce, sous le nom « Oriflamme », « Luciline », etc. Ces pro-

duits rejoindraient l'ypérite dans les couches profondes de l'épiderme.

Nous avons deux objections à faire au traitement préventif par les pommades :

1° Il faut agir dans les deux à trois premières minutes pour empêcher complètement la vésication, et dans les quinze à vingt minutes au moins pour diminuer l'action néfaste du vésicant. Pratiquement, cela nous semble impossible pour la bonne raison que les conditions d'attaque ne permettront pas d'agir dans des délais aussi courts.

2° L'ypérite attaque insidieusement et n'incommoder en rien le sujet. Seule la détection chimique sera susceptible de déceler sa présence.

PROTECTION DU NOURRISSON ET DE L'ENFANT EN BAS AGE

Nous avons déjà indiqué que l'enfant en bas âge et à plus forte raison le nourrisson seront incapables de respirer dans un masque. Disons quelques mots sur les valises ou les berceaux protecteurs faits en tissu huilé, donc étanches aux vésicants. Le premier type de valise, inventée en France par Lewitan, est basé sur le principe du masque isolant à circuit fermé.

Mais comme dans ces masques, il y a ici le grand danger de l'espace nuisible qui ferait succomber le nourrisson. M. le Directeur de « La Société d'études et de construction du Matériel de Protection » a bien voulu nous exposer le principe du brevet de la maison.

C'est également une valise en tissu huilé, caoutchouté, mais basée sur le principe des appareils filtrants.

Donc la valise est munie d'une simple cartouche filtrante et d'une pompe susceptible d'aspirer l'air extérieur à travers le filtre et de l'évacuer au dehors, après le passage dans la valise. Le débit, d'ailleurs réglable, atteindrait 500 l./h., ce qui est suffisant pour un nourrisson. L'enfant n'aura pas à vaincre la résistance respiratoire du filtre, car la pompe s'en chargera.

PROTECTION COLLECTIVE

Nous ne parlerons pas de la détection intéressant surtout le chimiste. Nous passerons donc directement à l'étude des abris.

ABRIS

Les abris comme les masques sont construits soit sur le principe des appareils isolants (abris clos), soit sur le principe des appareils filtrants (abris à air surpressé). Pour augmenter la sécurité des abris construits sur le principe des appareils filtrants, on y maintient l'air sous une surpression de 10 mm. d'eau, afin d'empêcher l'air extérieur d'y pénétrer.

Les abris à air surpressé ont de nombreux avantages sur les abris clos; ils ne doivent pas être absolument étanches et, par conséquent, ils permettent l'entrée et la sortie au cours de l'attaque, très important pour les abris sanitaires. Comme médecins, nous nous intéressons surtout à la question de l'air respirable. L'atmosphère des abris s'enrichit inévitablement en acide carbonique et s'appauvrit en oxygène. Les abris clos luttent

contre cet inconvénient à l'aide du même dispositif que les masques isolants à circuit fermé. Nous n'y reviendrons pas.

Dans les abris à air surpressé, c'est par la ventilation que l'on empêche Co^2 de s'accumuler. Le rôle du médecin consiste donc à mettre au point la ventilation de ces abris. A quel taux doit-on maintenir Co^2 dans un abri?

L'idéal serait à 0,0003, mais cela demanderait un matériel de ventilation trop coûteux et pratiquement irréalisable. D'après Pettenkoffer, l'air chargé à 0,01 d'acide carbonique est irrespirable. Mais on a pu observer des scaphandriers travaillant dans une atmosphère où la teneur en Co^2 était égale à 0,026.

Grehaut constata dans les couloirs du métro un taux d'acide carbonique atteignant 0,075, et d'après M. le professeur Tanon, dans les salles de spectacles, sa concentration serait égale à 0,09. D'autre part, Regnault et Reiset firent vivre pendant plusieurs heures des chiens dans une atmosphère contenant jusqu'à 23 % d'acide carbonique, mais avec une teneur normale en oxygène. P. Bert montra que l'accumulation de Co^2 n'est pas une chose indifférente et que les oiseaux meurent dans un air même suroxygéné, lorsque la concentration en Co^2 atteint 24 % et les chiens à 40 %; mais il est évident que nous ne devons pas arriver pratiquement à ces concentrations.

Nous ne nous occupons pas de savoir quelle est la teneur en Co^2 mortelle pour les occupants d'un abri, mais quelle est la teneur à laquelle apparaîtraient les

premiers troubles : malaises variés, céphalée, état nauséeux, tendance au sommeil, apathie intellectuelle.

Dans les débats dirigés par M. le professeur Tanon, le 16 mai 1935, on fixa le taux de Co^2 dans les abris à 0,015. Pour maintenir ce taux, il faudrait une ventilation à un débit de 2 m^3 d'air par heure et par personne.

Le coût de matière filtrante s'élèverait à 22 francs par personne environ. Certains préconisent une ventilation de 1 m^3 à l'heure par personne, mais celle-ci serait insuffisante, car le taux de Co^2 se maintiendrait à 0,0213. La ventilation à un débit de 12 m^3 à l'heure par personne maintiendrait le taux de Co^2 à 0,002, mais la matière filtrante coûterait 106 fr. 80 par personne.

Nous voyons en conclusion que les occupants d'un abri se trouveront en tout cas dans une atmosphère confinée, mais loin d'être toxique.

Comment organiser les abris destinés à recevoir les gazés et les blessés?

Un type de ces abris a été construit à l'hôpital militaire « Dominique-Larrey », à Versailles. Il comprend une salle de triage, une salle pour les asphyxiés et une salle pour les vésiqués. Les vésiqués, en grand nombre, seront introduits directement dans la salle qui leur est destinée. Nous ne croyons pas que cette division en asphyxiés et en vésiqués soit réalisable au cours du bombardement.

Voici pourquoi : l'asphyxié pourra être vésiqué en même temps, soit parce qu'on utilisera à la fois les gaz vésicants et asphyxiants, soit parce que certains arsines comme la lewisite sont asphyxiants et vésicants.

Les premiers symptômes de vésication n'apparaissent qu'au bout de 5 à 6 heures (ypérite), donc cliniquement, il sera impossible de faire le diagnostic d'ypéritisation, d'autant plus que l'ypérite attaque insidieusement comme nous l'avons vu. Même si l'on constate par détection la présence de vésicants dans l'atmosphère comment arrivera-t-on à reconnaître les vésiqués puisque les premières manifestations cliniques sont tardives ? Cela aggrave encore le danger, car pendant la période d'incubation les vésiqués sont déjà contagieux.

Le problème de la protection contre les gaz vésicants nous semble très complexe et en grande partie non résolu.

PROTECTION FAMILIALE

La protection familiale consiste à obturer tous les interstices de l'appartement et d'adapter à la cheminée un dispositif filtrant et un aspirateur pour puiser l'air extérieur.

Cette protection est-elle réalisable pratiquement ?

PROTECTION DE L'EAU ET DES ALIMENTS

Pour l'eau on préconise soit l'ébullition pendant vingt minutes, soit l'addition de cinq à dix gouttes d'eau de Javel ou une cuillerée à café de charbon actif par litre. Les aliments doivent être fractionnés le plus possible et conservés dans des boîtes métalliques étanches.

Pour des raisons extra-médicales cette protection des aliments est pratiquement peu réalisable. Le problème pourtant très important, ne paraît pas encore être résolu.

DESINFECTION

La désinfection est le dernier acte de la défense collective. Si les gaz légers, tels que le phosgène, se dissipent au bout d'un certain temps, il n'en est pas de même pour les vésicants. D'après Hanslian, l'action de l'ypérite persiste de deux à trois jours par un temps chaud et sec, sept à dix jours par un temps humide et froid, et pendant un mois environ par un temps froid dans des lieux encaissés. On utilisera la solution hypo-solvay et la solution de foie de soufre pour neutraliser le chlore et le phosgène; du chlorure de chaux pour neutraliser l'ypérite et les arsines. Le chlorure de chaux sec dégage au contact de l'ypérite une forte chaleur d'où risque d'inflammation. De plus il se forme des vapeurs immédiatement agressives pour les conjonctives et les voies respiratoires. Ces vapeurs ne traversent pourtant pas les vêtements et n'ont aucun effet sur les teguments.

Monsieur le Professeur Desgrèz proposa d'absorber l'ypérite à l'aide de sciure de bois et d'y ajouter du chlorure de chaux; on peut se servir de chlorure de chaux en bouillie et en solution, car son action est alors moins violente. Pour une surface de 10 m² il faut 1 kg. de chlorure de chaux; cette proportion doit être doublée ou triplée pour des terrains calcaires et secs. La désinfection des bois nécessitant d'énormes quantités de chlorure de chaux est impossible. Le linge sera désinfecté sous pression par des vapeurs à 120° durant 20 minutes ou par immersion dans une solution de carbonate de soude et de savon noir.

Les chaussures seront détruites, car le cuir possède vis-à-vis de l'ypérite, un pouvoir spécial d'absorption; seul l'épuisement par le benzène élimine le toxique, mais ce procédé enlève au cuir ses matières grasses et le durcit. Les objets métalliques fins seront désinfectés par une solution acétonique de permanganate de potasse (on immerge l'objet pendant deux minutes et on rince à l'eau chaude). Nous voyons donc qu'en cas d'ypéritisation d'une grande ville le danger d'infection pourra persister pendant des semaines, car il sera difficile de désinfecter toutes les caves, tous les locaux inhabités et les stocks de marchandises qui se trouveront dans les dépôts. L'eau pourra être renouvelée au bout d'un certain temps, les aliments, par contre, seront détruits en majeure partie.

ORGANISATION SANITAIRE

Dans les villes l'organisation sanitaire a deux buts à atteindre : s'occuper des victimes d'une attaque par les gaz et assurer la désinfection des endroits bombardés. Nous prendrons comme exemple celle préconisée par le docteur Anglade.

A la base de cette organisation se trouvent des équipes mobiles de secours et des postes de traitement.

Chaque équipe comprendra cinq infirmières, dont quatre secouristes et une conductrice d'automobile (on réquisitionnera à ces fins des voitures à conduite intérieure), chaque infirmière sera équipée d'un casque de motocycliste, d'un masque anti-gaz, d'une combinaison de chauffeur, de gants de cuir épais et de gros souliers à semelles épaisses. Une remorque anti-gaz sera accrochée à la voiture. Cette remorque est munie d'une caisse en bois qui contient :

a) des réactifs pour la détection; b) un réservoir de 50 litres, contenant une solution alcaline, en relation avec l'appareil pulvérisateur pour neutraliser l'atmosphère; c) un tube de carbogène avec masque inhalateur; d) un pulvérisateur contenant une solution alcaline pour les vésiqués; e) des gouttières métalliques pour fractures et enfin f) des seringues, des aiguilles, des flacons de collyre à base de cocaïne, de la teinture d'iode et des pansements.

La conductrice s'occupera de la détection et de la désinfection des lieux où gisent les victimes. Les secouristes donneront pendant ce temps-là les premiers soins aux gazés, qui seront ensuite transportés dans des postes de secours.

Ces postes seront réalisés par des abris souterrains à air surpressé comme celui de l'Hôpital Dominique Sarrey à Versailles ou, par des locaux réquisitionnés et dont la protection sera basée sur le principe de la protection familiale. Les victimes seront divisées en asphyxiés, vésiqués et gazés-blessés. Elles seront traitées séparément, car les vésiqués sont contagieux.

En plus des équipes de secouristes on organisera des équipes, chargées de s'occuper de la désinfection après l'attaque.

Si nous étudions l'équipement des infirmières, nous voyons qu'elles ne seront pas munies de vêtements protecteurs contre les vésicants. Elles seront donc exposées au danger de vésication. D'autre part, se trouvant

dans une atmosphère, chargée de vésicants, elles risqueront de contaminer les autres.

Il est évident que les gants de cuir épais et à plus forte raison les vêtements protecteurs ne permettront pas aux infirmières l'exécution des manipulations assez délicates (injections, instillations dans les yeux, etc.). Elles devront donc travailler les mains nues; mais pour diminuer les risques de contamination par les vésicants, il serait utile d'enduire les mains d'une pommade protectrice. En ce qui concerne la division en vésiqués et en asphyxiés, nous la croyons difficilement réalisable pour les raisons déjà exposées dans le chapitre « Les Abris ».

CONCLUSION

- a) Les gaz toxiques ne représentent pas une nouveauté dans l'art de la guerre. Ce qui est nouveau, c'est le perfectionnement des méthodes chimiques qui les ont fait découvrir.
- b) La protection est difficile, mais ce qui a été réalisé masques, abris, etc., peut suffire dans la plupart des occasions pour résister, au moins jusqu'à ce que la nappe ait été entraînée par les vents, ou neutralisée.
- c) Les exercices fréquents d'entraînement au port du masque, les manœuvres d'alerte, la formation des équipes de médecins et d'infirmiers contribuent à rassurer et à diminuer le danger.
- d) La construction d'abris, celle d'abris de secours dans lesquels le rôle du médecin est prépondérant, sont la base d'une bonne organisation.

Vu : *Le Président de la Thèse,*
L. TANON.

Vu : *Le Doyen,*
G. ROUSSY.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

DAUTREBANDE. — *Les gaz toxiques*. Masson, édit. Paris 1933.

HEDERER et ISTIN. — *L'arme chimique et ses blessures*. Librairie J.-B. Baillière et Fils, Paris 1935.

Dr. ANGLADE. — *Défense de la population civile contre la menace toxi-asphyxiante des attaques aériennes*. Ed. Soc. Gén. des Cires Françaises. Montluçon, 1935.

Dr SUBRIE (médecin command.). — *La protection contre les gaz*. Bulletin de l'U. Fédér. des Médec. de réserve, octobre 1932.

VEDDER. E. — *The Medical aspects of chemical warfare*. Williams et Wilkins C°, Baltimore 1925.

Pharmacien-colonel P. BRUERE. — *Directives pratiques pour l'organisation sanitaire d'un abri contre les agressions aériennes*.

Pharmacien-colonel P. BRUERE. — *Le péril aérien*. L'Hygiène Sociale, 10 mai 1935.

Pharmacien-colonel P. BRUERE. — *Exercices pratiques sur la protection contre les gaz de combat*. Edit. Vigot frères, Paris 1933.

Professeur BALTHAZARD. — *Air confiné*. Traité de pathologie médicale publié sous la direction du Pr. Emile Sergent.

Georges VIAL. — *En cas d'alerte aux gaz ce que chaque habitant d'une ville doit savoir*.

R. RENAUT. — *Les bases de la protection contre les gaz de combat*. Paris Médical, 13 avril 1935.

R. DUBRISAY. — *La protection collective des populations contre les gaz*. Paris Médical, 13 avril 1935.

Pharmacien-colonel P. BRUERE. — *Abris sanitaires permanents et improvisés pour secours* Z. Bulletin de l'Académie de Médecine, séance du 29 juillet 1934.

PROTECTION COLLECTIVE. — *Discussion sur la protection en milieu surprésumé*. Débats dirigés par M. le Professeur Tanon., le 16 mai 1935.

AVINOVITZKY. — *Gazovi Jubilé Germanskovo Impérialisma*. Pravda, 22 avril 1935.

DESGREZ, GUILLEMARD, LABAT. — *Recherches sur la protection contre le dichlorosulfure d'éthyle (ypérite)*. Chimie et Industrie, 1921.

Dr. GABRIEL-CLAUDE COURTEHEUSE. — *Bases actuelles de la prophylaxie des intoxications par la voie respiratoire (gaz de combat)*. Th. de Paris, 1935.

Dr. SILLEVAERTS. — *Un essai de défense antiaérienne du Grand Bruxelles*. Bruxelles Médical, 16 septembre 1934.

SCHADLICHE GASE. — *Deutsche medizinische wochenschrift*, 1/2/1932.

MUNTSCH (O.). — *Leitfaden der Pathologie und Therapie der Kamfgaserkrankungen* Georg Thieme, Leipzig, 1934.

Professeur HERSCH. — *Abwehr und verteidigungsmöglichkeit — ten den neuen Kriegsmitteln Gegenüber.*

« La défense passive des populations civiles », *Rev. Int. de la Croix-Rouge*, mars 1934.

« Etude sur la désinfection et la neutralisation des moyens de transport qui ont subi l'action des gaz de combat », *Rev. Int. de la Croix-Rouge*, juillet 1934.

